



v. 11, n. 4

Vitória-ES, Jul. - Ago. 2014

p. 91 - 115 ISSN 1807-734X DOI: <http://dx.doi.org/10.15728/bbr.2014.11.4.4>

## **Análise da exposição a perdas dos ETFs brasileiros conforme as técnicas de avaliação de risco de mercado *Value at Risk* (VaR) e *Expected Shortfall* (ES)**

**Getúlio Alves de Souza Matos<sup>†</sup>***Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG***Robert Aldo Iquiapaza<sup>Ω</sup>***Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG***Bruno Pérez Ferreira<sup>¥</sup>***Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG*

### **RESUMO**

Os *Exchange-traded Funds* (ETFs) são, para os investidores, títulos compostos por carteiras que replicam índices do mercado financeiro, mas com a facilidade da negociação de ações. O trabalho tem, como objetivo, analisar a exposição a risco dos ETFs brasileiros, comparados ao Índice Bovespa e aos índices correspondentes da BM&FBovespa. Utilizou-se, para a presente análise, a metodologia do *Value-at-Risk* (VaR) a 5%, com simulação histórica, conjugada à *Expected Shortfall* (ES), também a 5%. Em seguida, utilizou-se a Divergência Não Planejada (DnP) como mecanismo de *tracking error*. Utilizou-se também a simulação de Monte Carlo para a replicação dos valores verificados, atendidas as condições das rentabilidades aferidas nos procedimentos iniciais. Os resultados apresentaram as distribuições de frequências para as perdas mediante resultados inferiores ao VaR, de modo a caracterizar a expectativa de perda mensurada pelo ES. Todos os ETFs apresentaram perdas e exposições a risco superiores às verificadas para o referencial Ibovespa e seus respectivos indexadores.

**Palavras-chave:** Risco. ETF. *Expected Shortfall*. Divergência não planejada. Monte Carlo.

Recebido em 10/09/2012; revisado em 18/09/2013; aceito em 04/12/2013; divulgado em 29/08/2014

**\*Autor para correspondência:**

<sup>†</sup> Mestre pelo Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração – CEPEAD – UFMG  
Vínculo: Doutorando em Administração (Finanças) pelo Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração – CEPEAD – UFMG  
Endereço: Avenida Antônio Carlos – Faculdade de Ciências Econômicas - Belo Horizonte – MG - Brasil  
E-mail: [getuliomatos@yahoo.com.br](mailto:getuliomatos@yahoo.com.br)

<sup>Ω</sup> Doutor em Administração pelo Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração da Universidade Federal de Minas Gerais  
Vínculo: Professor Adjunto da Universidade Federal de Minas Gerais  
Endereço: Av. Antônio Carlos, Pampulha, Belo Horizonte – MG - Brasil  
E-mail: [rbali@ufmg.br](mailto:rbali@ufmg.br)  
Telefone: (31) 3409-7046

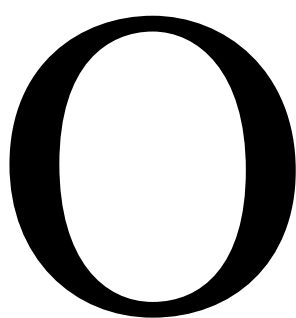
<sup>¥</sup> Doutor pelo Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração – CEPEAD – UFMG  
Vínculo: Professor do Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração – CEPEAD – UFMG  
Endereço: Av. Antônio Carlos, Pampulha, Belo Horizonte – MG – Brasil - E-mail: [brunoperez@ufmg.br](mailto:brunoperez@ufmg.br)  
Telefone: (31) 3409 7234

**Nota do Editor:** Esse artigo foi aceito por Emerson Mainardes



Este trabalho foi licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição 3.0 Não Adaptada](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/).

## 1 INTRODUÇÃO



s Exchange-Traded Funds (ETFs, ou, em Português, Fundos de Índices Negociados) são produtos do mercado financeiro que têm como objetivo principal oferecer a rentabilidade de um índice, por meio de uma estratégia passiva de investimento, mas com a flexibilidade das negociações de ações. Também chamados de *trackers*, os ETFs replicam a composição de algum índice, conforme regulação específica (BM&FBOVESPA, 2008).

No Brasil, o mercado de ETFs se iniciou em 2004, com o intuito de replicar a rentabilidade do índice IBrX-50. Segundo BM&FBOVESPA (2008), para o mercado brasileiro, os custos operacionais da operação por ETFs são menores do que na negociação das suas ações componentes de maneira isolada. Tal fato é observável porque, isoladamente, os custos de negociação de cada operação, somados ao dinamismo requerido das operações para a manutenção da ponderação do índice, tornam esse procedimento mais oneroso.

Assim, os ETFs emitem cotas ou participações que podem ser compradas e redimidas, e as mesmas podem ser continuamente negociadas como ações (Deville, 2008), porém seu valor também é calculado em função da variação dos preços dos ativos de seu respectivo indexador (Aragão, 2011). Com isso, conforme Ramaswamy (2011), um fundo ETF deve propiciar ao investidor liquidez e redução da exposição a riscos em comparação às alternativas de investimento de renda variável.

Diante disso, este artigo avalia a exposição ao risco, especificamente a tipologia risco de mercado, dos principais fundos ETF negociados na BM&FBovespa. Logo, a questão de pesquisa abordada no estudo foi a seguinte: Qual a exposição a perdas, na visão dos cotistas, dos principais ETFs negociados na BM&FBovespa, conforme as técnicas de avaliação de risco de mercado *Value at Risk (VaR)* e *Expected Shortfall (ES)*?

Tendo como objetivo principal responder a essa questão de pesquisa, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- Levantamento da variação diária dos preços das cotas (rentabilidade diária) dos ETFs negociados na Bovespa até 2011, ou seja, os fundos BOVA11, BRAX11, CSMO11, MILA11, MOBI11, SMAL11, FIND11, GOVE11, ISUS11 e PIBB11;

- Mensuração da exposição a perdas dos fundos pesquisados por meio da aplicação das técnicas de mensuração de risco *Var* e *ES*, abordagens históricas e simulação de Monte Carlo; e
- Comparação dos resultados entre os fundos ETF, os indexadores atrelados a cada um deles, e o Ibovespa, aferidos por meio da técnica de *tracking error* Divergência não Planejada (DnP) conjugada à mensuração do risco pelas técnicas já enfatizadas.

Essa análise de riscos desenvolvida pela pesquisa visa contribuir para a realização de estudos acerca dos fundos ETF, haja vista a expansão da negociação das cotas desses fundos no mercado de renda variável brasileiro, bem como a crescente oferta de novos fundos negociáveis a cada ano. Cabe destacar que, esse artigo inicialmente realiza uma apresentação dos fundos de ETF, enfatiza as técnicas de análise de risco *Var*, *ES* e a conjugação com a DnP, apresenta a metodologia desenvolvida pela pesquisa e aborda os resultados e suas considerações.

## 2 OS FUNDOS ETF

Criados nos Estados Unidos em 1989 e introduzidos no mercado norte americano em 1992, os *Exchange-traded Funds* apresentaram rápido crescimento, atingindo, em 2001, a marca de 2,5% dos recursos investidos em fundos mútuos de ações nos Estados Unidos (POTERBA E SHOVEN, 2004). Segundo Dellva (2001), o número de ETFs negociados no *American Stock Exchange* (AMEX) dobra a cada ano, e com previsões futuras de crescimento anual entre 30% e 50%. No final de 2011, havia mais de 3.000 ETFs, representando mais de US\$1,351 bilhão de ativos sob administração, oferecidos por 155 patrocinadores e comercializados em mais de 40 bolsas de todo o mundo (BLACKROCK, 2011).

No entanto, por ser um produto financeiro relativamente recente, há poucos estudos realizados sobre ETFs, inclusive no mercado norte-americano, mas, principalmente em outros mercados (DEVILLE, 2008; JARES; LAVIN, 2004).

Em 1992, o *Standard and Poor's Depositary Receipts* foi o primeiro ETF negociado, com base no Índice S&P 500, pela AMEX (*American Stock Exchange*). Encontrado uma legislação menos restritiva em Luxemburgo, o banco Morgan Stanley criou os “*Optimized Portfolios as Listed Securities*” (OPALS), ETFs listados no mercado de ações de Luxemburgo, que refletem diferentes índices do MSCI (Morgan Stanley Capital Indexes).

Já em 1996, Morgan Stanley, AMEX e o Barclays Global Investment criaram, conjuntamente, o World Equity Benchmarks (WEBS), semelhante ao OPALS, porém

negociado na AMEX e organizado como fundo mútuo. Em 2000, o WEBS passou a ser conhecido como iShares MSCI (DEVILLE, 2008).

## 2.1 A MECÂNICA DA NEGOCIAÇÃO DOS ETFs

Negociados de maneira similar às ações, os ETFs são um agrupamento ponderado de diferentes ações que espelha a composição de um índice. A mecânica da composição de um ETF se baseia na compra de um portfólio de ações, por parte de uma instituição financeira autorizada, com o consequente recebimento de cotas do ETF, que, em seguida, são vendidos a outros investidores. Em outras palavras, o investidor adquire, simultaneamente, uma carteira de ações, que, segundo BOVESPA (2008), diminui a probabilidade e o risco de perda. Essa negociação se dá por meio de corretoras, e, a exemplo da negociação de ações, os investidores podem comprar títulos e vender a descoberto. Juntamente a essa possibilidade, a negociação intradiária faz com que os ETFs se diferenciem significativamente do mercado de fundos mútuos.

Segundo Poterba e Shoven (2004), essas diferenças fazem com que fundos mútuos e ETFs sejam investimentos apropriados para diferentes perfis de investidores. Os primeiros, orientados a investidores que realizam muitas negociações de valores pequenos e não atribuem tanto valor à liquidez. O segundo, para investidores que desejam liquidez de curto prazo e realizam negociações em grandes quantidades.

Por outro lado, Gastineau (2004) argumenta que ETFs e fundos mútuos indexados são produtos concorrentes, sendo bons substitutos um para o outro, apesar de o ETF apresentar maior simplicidade tributária. Em adição a isso, menciona-se que os ETFs possuem menores taxas de administração em relação a fundos mútuos tradicionais (BOVESPA, 2008). Embora, a negociação de ETFs envolve taxas de corretagem que não existem nos fundos de investimento.

Ressalta-se que os preços dos ETFs, negociados nas bolsas, podem ser diferentes da soma dos preços dos ativos que compõem o índice, chamado *net asset value* (NAV), ou valor patrimonial líquido. Embora essa diferença exista, ela é restrita pela capacidade das instituições financeiras autorizadas de criar e resgatar os títulos. Caso o valor do ETF esteja muito acima do NAV, as instituições financeiras podem comprar os títulos a preços inferiores e realizar nova emissão de ETFs. Caso o ETF esteja subprecificado frente às ações, as mesmas instituições podem adquirir ETFs e resgatá-los para a aquisição de títulos (POTERBA; SHOVEN, 2002).

Segundo a BM&FBOVESPA (2008), o preço de negociação de um ETF responde a pressões de oferta e demanda destes títulos, que refletirão também as condições de mercado das ações que integram o portfólio do fundo, além da conjuntura econômica do Brasil, bem como as expectativas gerais dos investidores. Assim, o valor negociado do ETF pode ser diferente de seu valor de referência, também chamado de *Indicated Optimized Portfolio Value* (IOPV, em Português, Valor Indicativo Otimizado do Portfólio).

Segundo Blackrock (2010), o IOPV representa o valor intradiário estimado de um ETF, com base nos últimos valores negociados dos ativos subjacentes à carteira representada pelo título. Os valores são então ponderados de acordo com a constituição do índice.

Outro indicador utilizado para a avaliação do ETF é o seu Net Asset Value (NAV, Valor Líquido de Ativos ou Valor Patrimonial). Calculado de maneira semelhante ao da avaliação de cotas de fundos mútuos, o NAV é obtido pelo total de ativos subtraído pelas suas dívidas.

## 2.2 ETFS NO BRASIL

A regulação do mercado de ETFs no Brasil se deu com a publicação da Resolução CVM nº359, de janeiro de 2002, que definiu os ETFs como “uma comunhão de recursos destinados à aplicação em carteira de títulos e valores mobiliários que vise a refletir as variações e a rentabilidade de um índice de referência, por prazo indeterminado”, para índices de mercado específicos e reconhecidos pela CVM, a qual a política de investimentos do fundo se associe.

Para a estrutura de propriedade do fundo, a regulamentação brasileira estabelece que o direito de voto nas assembleias de acionistas das empresas componentes do ETF deve ser definido pelo fundo. Em caso de exercício de voto pelo administrador, deve-se justificar o voto à CVM, se solicitado. Em caso de interesse de exercício por algum cotista, o administrador deve providenciar o empréstimo das ações necessárias ao voto. Ressalta-se que os fundos também não podem possuir detentores de mais de 49% das cotas do fundo.

A resolução também estabelece que a liquidez do título pode ser fomentada pela Bolsa de Valores ou entidade do mercado de balcão organizado, conforme a legislação em vigor, por meio de formadores de mercado para as cotas do fundo. Nesse caso, os formadores de mercado devem ser divulgados junto às informações do fundo.

Os estudos acadêmicos de ETFs do mercado brasileiro são relativamente recentes. Farias (2009) não encontrou aumentos de liquidez no Ibovespa, dada a influência do ETF PIBB11. Yang e Wang (2010) testaram a previsibilidade dos retornos de 18 ETFs

internacionais, entre eles um brasileiro, e concluíram não haver possibilidades de ganhos em previsões diárias. Maluf (2011) não encontrou uma real estratégia vencedora, por arbitragem entre o valor fundamental e o valor negociado do ETF quando desprezados os efeitos de *data-snooping*. Aragão (2011) estudou a eficiência da precificação e os erros de aderência dos ETFs, encontrando que, para alguns ETFs, os prêmios/descontos podem ser consideráveis.

### 3 ANÁLISE DE RISCOS DE INVESTIMENTOS

De acordo com Beckers (1998), a ideia de risco pode ser compreendida como a influência de fatores sobre a variação de preços, de retornos dos ativos e do comportamento de carteiras. Esse risco pode se manifestar em virtude de aspectos sistemáticos, relacionados ao mercado em que estão inseridos os investimentos, de maneira que se constitui em uma situação de dificuldade para o “desenvolvimento de diversificações”. Além disso, o risco pode estar relacionado a características não sistemáticas, isto é, vinculado às alternativas de investimento, o que pode ser objeto de estratégias gerenciais voltadas para sua redução por meio de portfólios eficientes.

Segundo Duarte Júnior (2005), a gestão de risco de um investimento envolve três conceitos importantes relacionados ao mercado financeiro: retorno, incerteza e risco. O conceito de retorno pode ser considerado como a apreciação de capital ao final do horizonte de investimento. No entanto, existem incertezas associadas ao retorno que efetivamente será obtido ao final do período de investimento e, nesse sentido, qualquer medida numérica dessa incerteza pode ser denominada risco.

Para mensurar os riscos de um investimento, Jorion (2003) apresenta a técnica do *Value at Risk* (VaR) que, baseada em uma distribuição de frequência para a rentabilidade de um investimento ou carteira de ativos, obtém a probabilidade de perdas e seu impacto para o investidor. Diante disso, as instituições financeiras estruturam provisões para o patrimônio exposto a perdas decorrentes de flutuações do mercado financeiro.

No entanto Artzner *et al.* (1997; 1999) destacam as propriedades matemáticas que devem ser observadas nas técnicas quantitativas de mensuração de risco e que, com a utilização de simulação histórica, o VaR calculado não atende à propriedade da subaditividade (mais detalhes nas próximas seções). Dada essa deficiência do VaR, Acerbi e Tasche (2002) sugerem a técnica denominada *Expected Shortfall* (ES), que considera os efeitos dos resultados que foram inferiores ao indicado no VaR.

### 3.1 O VALUE AT RISK (VAR)

Nas palavras de Jorion (2003, p. 246), o VaR é “a perda máxima em um horizonte determinado, de tal forma que existe uma probabilidade pré-especificada de que a perda atual vá ser maior”.

Em outras palavras, é uma medida estatística que indica o nível de perda (mensurado em unidades monetárias) em referência de um valor esperado, por meio de um valor determinado por uma probabilidade em um horizonte de investimento.

Alternativamente, segundo Jorion (2003), o VaR pode ser compreendido como o desvio entre a média e o quantil analisado. De acordo com o próprio autor, essa definição pode ser inclusive mais consistente, uma vez que considera o valor do dinheiro no tempo, ao considerar os desvios entre dois valores em uma data alvo. Nesses casos, como o intervalo tende a ser baixo e a média (ou retorno esperado) próxima a zero, as duas definições conduzem a resultados similares.

Trata-se, por qualquer uma das compreensões possíveis, de uma técnica de avaliação de possíveis perdas decorrentes do comportamento de investimentos, que podem ser identificadas por meio da dispersão dos resultados de aplicações financeiras. Os dados para constatação dessas dispersões são obtidos pelo acompanhamento do desempenho das aplicações ao longo do tempo.

Jorion (2003) formaliza o *VaR* como a mensuração de uma perda nos investimentos, definida por  $c$ :

$$c = \int_{-VaR}^{\infty} f(x)dx \quad (1)$$

Em que:

$x$  é um valor específico para o investimento;

$f(x)$  é a função contínua de distribuição de probabilidade.

Ainda segundo o autor, o cálculo do *VaR* de um investimento ou uma carteira pode ser desenvolvido com a avaliação de fatores especificados na análise, de modo que são verificados os impactos de cada variável e também das relações entre essas variáveis na volatilidade do retorno da aplicação. Assim, a variação de termos, especificados na análise de fatores, que influenciam nos retornos de um investimento é aplicada para constatar possíveis perdas na aplicação.

### 3.2 PROPRIEDADES DAS MEDIDAS COERENTES DE RISCO

Segundo Artzner *et al.* (1997; 1999), considerando-se um conjunto  $V$  de variáveis aleatórias, a função  $\rho: V \rightarrow R$  pode ser definida como uma medida coerente de risco, caso apresente as seguintes propriedades:

- I Monotonicidade:  $X, Y \in R, X \leq Y \Rightarrow \rho(X) \geq \rho(Y)$ , assim, sejam  $X$  e  $Y$  pertencentes ao conjunto dos números reais, sendo  $X$  menor ou igual a  $Y$ . Para que a função  $\rho$  seja monótona, a imagem desta função para  $X$  deverá ser maior ou igual à de  $Y$ , pois  $X$  é um resultado pior que  $Y$ ;
- II Subaditividade:  $X, Y, X + Y \in V \Rightarrow \rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$ , ou seja, a medida de risco de um conjunto de ativos deve ser menor ou igual à soma das medidas de risco de cada ativo, consideradas isoladamente. Essa propriedade está relacionada à redução do risco por meio de diversificações;
- III Homogeneidade positiva:  $X \in V, h \geq 0, hX \in V \Rightarrow \rho(hX) = h\rho(X)$ . Logo, se uma constante multiplica o termo independente de uma função, esta constante pode ser evidenciada na função; e
- IV Invariância de translação:  $X \in V, \alpha \in R \Rightarrow \rho(X + \alpha) = \rho(X) - \alpha$ , de maneira que, se há um termo constante na variável independente, ele pode ser retirado, visto que não se constitui em um fator de risco, por não proporcionar variação.

O cálculo do *VaR* de um investimento pode ser desenvolvido por meio de (i) simulação histórica, (ii) metodologia analítica e/ou (iii) Simulação de Monte Carlo – SMC. No entanto, com a utilização de simulação histórica, o *VaR* calculado não atende à propriedade da subaditividade, visto que seria necessário que a soma das medidas de riscos dos ativos considerados individualmente fosse maior ou igual à medida de risco da carteira de investimento. Diante disso, cabe verificar qual o impacto da utilização da *Expected Shortfall* (*ES*) em relação ao *VaR*, visto que se trata de uma mensuração de risco de atende às propriedades matemáticas destacadas por Artzner *et al.* (1997; 1999).

### 3.3 A EXPECTED SHORTFALL (ES)

Segundo Acerbi e Tasche (2002), seja  $X$  a perda de retorno de um portfólio em um momento específico no horizonte de tempo  $T$  e seja  $\alpha \in (0,1)$  o nível de confiança. A pequena queda esperada a  $\alpha$  de probabilidade ou a *Expected Shortfall* do portfólio é definido como:



$$ES^{(\alpha)}(X) = -\frac{1}{\alpha} \left( E \left[ X I_{\{X \leq x^{(\alpha)}\}} \right] - x^{(\alpha)} (P[X \leq x^{(\alpha)}] - \alpha) \right) \quad (2)$$

em que:

$X$  é a série de retornos do intervalo de tempo analisado;

$I_{\{\text{condição}\}}$ , a função condicionada, que será 1 se a condição entre chaves se verificar e 0, caso contrário;

$x^{(\alpha)}$ , o quantil  $\alpha$  superior, que será definido a seguir;

$\alpha$ , o nível de confiança; e

$P[X \leq x^{(\alpha)}]$ , a probabilidade dos valores de  $X$  serem menores ou iguais ao quantil  $\alpha$  superior.

O quantil  $\alpha$  superior é o menor retorno entre todos os retornos com frequência acumulada maior que  $\alpha$ , isto é, o ínfimo desse conjunto formado pelos retornos com frequência acumulada maior que  $\alpha$ :

$$x^{(\alpha)} = \inf\{x \in \mathbf{R} \mid P[X \leq x] > \alpha\} \quad (3)$$

Em outras palavras, como salientado por Silva *et al.* (2005), o  $ES$  pode ser definido como a média dos  $\alpha$  % piores retornos do intervalo de tempo analisado do investimento, ou seja, pela  $ES$ , devem-se selecionar todos os retornos menores ou iguais ao quantil  $\alpha$  superior; limitar o peso associado ao quantil  $\alpha$  superior, até que o peso acumulado não ultrapasse o limite definido pelo nível de confiança  $\alpha$ . Portanto, a  $ES$  é obtido pelo simétrico da média desses retornos ponderados.

Para funções de probabilidade contínuas, a  $ES$  pode ser definido como:

$$ES^{(\alpha)}(X) = -\frac{1}{\alpha} \int_0^\alpha F^{\leftarrow}(p) dp \quad (4)$$

Em que:

$$F^{\leftarrow}(p) = \inf\{x \mid F(x) \geq p\} \quad (5)$$

$F(x) = P[X \leq x^{(\alpha)}]$  é a função de distribuição relacionada à probabilidade dos valores de  $X$  serem menores ou iguais ao quantil  $\alpha$  superior;

$\alpha$ , a probabilidade utilizada no cálculo da  $ES$ ; e

$p$ , a variável a ser integrada na função, com limites 0 e  $\alpha$ .

De outra maneira, a  $ES$  pode ser obtido por meio da seguinte especificação [Acerbi e Tasche (2002)]:

$$ES^{(\alpha)} = TCE^{(\alpha)} + (\lambda - 1)(TCE^{(\alpha)} - VaR^{(\alpha)}) \quad (6)$$

Em que:  $VaR^{(\alpha)}$  é o *Value at Risk* definido para a probabilidade  $\alpha$  de perda;

$\lambda = \left\{ P[X \leq x^{(\alpha)}] / \alpha \right\} \geq 1$ , a razão entre a função de distribuição relacionada à probabilidade dos valores de  $X$  serem menores ou iguais ao quantil  $\alpha$  superior e o próprio  $\alpha$ ; e

$TCE^{(\alpha)}(X) = -E\left\{X | X \leq x^{(\alpha)}\right\}$ , a expectativa condicional para valores de  $X$  serem menores ou iguais ao quantil  $\alpha$  superior, ou ‘*tail conditional expectation*’ (Artzner *et al.*, 1997).

Zhu e Galbraith (2011) enfatizam o efeito da perda do  $VaR$  que pode ser estimado por meio da  $ES$  em decorrência de possíveis assimetrias na distribuição dos retornos de um investimento. Pois a aplicação da  $ES$  passa a incorporar o efeito dos valores extremos na avaliação da exposição a perdas de uma carteira.

A utilização da  $ES$  na avaliação de riscos é destacada por So e Wong (2010), assim como por Hoogerheide e van Dijk (2010), na mensuração do capital regulatório exigido para a exposição a perdas. Tais autores sugerem a aplicação dessa técnica de análise de riscos para a constituição de provisões adequadas em instituições financeiras.

### 3.4 A DIVERGÊNCIA NÃO PLANEJADA

A medida de risco DnP, segundo Pena (2005), consiste em uma técnica que avalia um desvio registrado no desempenho dos investimentos em relação à meta de rentabilidade ou ao indexador estipulado para um fundo ou ativo de investimento – como no caso deste estudo, fundos ETF. Tal aplicação de técnicas de *tracking error* para avaliação de fundos ETF é sugerida por Rompotis (2011).

O cálculo por meio dessa técnica parte da diferença entre a rentabilidade dos investimentos em relação a um referencial de desempenho como, no contexto desta pesquisa, a rentabilidade do índice Ibovespa, fator que a consolida como uma medida de risco baseada em técnicas de *tracking error*. A DnP é obtida pela diferença entre a rentabilidade dos investimentos e o referencial:

$$DnP = r_t - I_t \quad (7)$$

Em que:

$r_t$  é o retorno do fundo no momento  $t$ ; e

$I_t$  corresponde à meta do referencial no momento  $t$ .

Logo, a DnP permite verificar se os retornos dos investimentos em fundos ETF apresentam desempenho superior ou não ao determinado os referenciais escolhidos, Ibovespa e indexadores dos ETFs, ao longo do tempo. Essa técnica é voltada para a detecção de possíveis divergências na dinâmica dos retornos dos investimentos em relação ao referencial ou *benchmark*. Conjugada com o *Expected Shortfall (ES)*, a DnP constitui uma medida coerente de risco, conforme salientam Artzner *et al.* (1997; 1999). Em outras palavras, os retornos líquidos dos investimentos em relação a uma meta de desempenho, de acordo com Rockafellar *et al.* (2003), representa uma medida consistente de desvio.

## 4 O MÉTODO

### 4.1 A TÉCNICA PASSO-A-PASSO

Para o desenvolvimento da avaliação da exposição a perdas dos principais fundos de ETF negociados na BM&FBovespa conforme o *VaR* e a *ES* foi seguida a rotina da análise de cenários destacada pelo *Riskmetrics*, o que envolveu abordagem histórica e simulação de Monte Carlo. As avaliações de risco seguiram os seguintes passos:

- I Verificaram-se as distribuições de frequência e estatísticas descritivas dos fundos BOVA11, CSMO11, DIVO11, ECOO11, FIND11, GOVE11, ISUS11, MATB11, MILA11, MOBI11, PIBB11, SMAL11, UTIP11 e XBOV11;

Abordagem baseada em dados passados

- II Foram mensurados os valores para o *VaR* a 5% para cada um dos fundos ETF;
- III Os resultados inferiores ao *VaR* foram agrupados e utilizados para calcular a *ES* a 5%, com base na média dos resultados inferiores ao *VaR* a 5%;
- IV. Mensuraram-se os impactos dos desempenhos identificados no *VaR* e na *ES* em termos de perdas percentuais diárias para ilustrar a mensuração do risco identificada pelas duas técnicas;
- V. Os passos II, III e IV foram replicados para a análise dos resultados da DnP de cada ETF frente ao Ibovespa e ao seu respectivo indexador;

### Abordagem baseada em Simulação de Monte Carlo

- VI Por meio das distribuições de frequência identificadas para a rentabilidade dos fundos ETF foram simulados 10.000 retornos diários por meio da técnica simulação de Monte Carlo;
- VII As simulações foram agrupados e utilizadas para calcular a *ES* a 5% baseado na média desses resultados simulados que foram inferiores ao *VaR* a 5%;
- VIII Os passos VI e VII foram replicados para a análise dos resultados da DnP de cada retorno simulado frente aos referenciais pesquisados.

As análises estatísticas e as simulações foram realizadas por meio dos softwares Microsoft Excel®, e R 3.0.1.

### 4.2 OS DADOS

Nesta análise, foram utilizados os retornos diários de ETFs listados na BM&FBOVESPA, conforme o Quadro 1.

Série	Índice de Referência	Comentários
BOVA11	Ibovespa	Baseado no Ibovespa, índice composto pelas ações emitidas por companhias que respondem por mais de 80% do número de negócios e do volume financeiro da Bolsa. Primeiro retorno em 3/12/2008.
CSMO11	CSMO	Baseado no índice BM&FBOVESPA de Consumo, que mede o retorno de um investimento em uma carteira teórica composta pelas ações das empresas representativas dos setores de consumo cíclico e não-cíclico. Primeiro retorno em 24/2/2010.
DIVO11	IDIV	Baseado no Índice Dividendos (IDIV), que mede o comportamento das ações das empresas que se destacaram em termos de remuneração dos investidores, sob a forma de dividendos e juros sobre o capital próprio. Primeiro retorno em 31/01/2012.
ECOO11	ICO2	Baseado no Índice Carbono Eficiente (ICO2), é composto pelas ações das companhias participantes do índice IBrX-50 que adotam práticas transparentes com relação a suas emissões de gases efeito estufa (GEE), considerando seu grau de eficiência de emissões de GEE, além do <i>free float</i> de cada uma delas. Primeiro retorno em 15/06/2012.

Série	Índice de Referência	Comentários
FIND11	IFNC	Baseado no Índice Financeiro (IFNC), que é composto pelas ações emitidas por companhias dos setores de intermediários financeiros, serviços financeiros diversos e previdências e seguros. Primeiro retorno em 8/4/2011.
GOVE11	IGCT	Baseado no Índice Governança Corporativa Trade (IGCT), que é composto pelas ações do IGC e que atende simultaneamente a critérios de liquidez. Primeiro retorno em 28/11/2011.
ISUS11	ISE	Baseado no Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), que tem por objetivo refletir o retorno de uma carteira composta por ações de empresas com reconhecido comprometimento com a responsabilidade social e a sustentabilidade empresarial, bem como a indução de boas práticas no meio empresarial brasileiro. Primeiro retorno em 19/01/2012.
MATB11	IMAT	Baseado no Índice de Materiais Básicos, mede o comportamento das ações das empresas representativas do setor de Materiais Básicos. Primeiro retorno em 01/02/2012.
MILA11	MLCX	Baseado no índice BM&FBOVESPA MidLarge Cap, que mede o retorno de um investimento em uma carteira teórica composta pelas ações emitidas pelas companhias com os maiores Valores de Capitalização listadas na Bolsa. Primeiro retorno em 3/12/2008.
MOBI11	IMOB	Baseado no índice BM&FBOVESPA Imobiliário, que mede o retorno de um investimento em uma carteira teórica composta pelas ações emitidas pelas companhias mais representativas de companhias listadas na BM&FBOVESPA, dos seguintes setores do ramo imobiliário: construção civil, intermediação imobiliária e exploração de imóveis. Primeiro retorno em 24/2/2010.
PIBB11	IBrX-50	Baseado no Índice Brasil – 50 (IBrX-50), que mede o retorno de um investimento em uma carteira teórica composta por 50 selecionadas entre as ações mais negociadas na BM&FBOVESPA em termos de liquidez. Primeiro retorno em 27/7/2004.
SMAL11	SMLL	Baseado no índice BM&FBOVESPA Small Cap, que mede o retorno de um investimento em uma carteira teórica composta pelas ações emitidas pelas companhias com os menores Valores de Capitalização listadas na Bolsa. Primeiro retorno em 12/12/2008.

Série	Índice de Referência	Comentários
UTIP11	UTIL	Baseado no Índice Utilidade Pública (UTIL), mede o comportamento das ações das empresas representativas do setor de utilidade pública (energia elétrica, água e saneamento e gás). Primeiro retorno em 15/02/2012.
XBOV11	IBOV	Baseado no Ibovespa, índice composto pelas ações emitidas por companhias que respondem por mais de 80% do número de negócios e do volume financeiro da Bolsa. Primeiro retorno em 12/11/2012.

Quadro 1: ETFs utilizados na avaliação das técnicas *VaR* e *ES*

Fonte: BM&amp;FBOVESPA, 2013.

Os dados utilizados no desenvolvimento das simulações são referentes às datas entre o início das atividades de cada fundo e o dia 29/08/2013. A escolha pela totalidade das observações de cada índice, em detrimento da seleção de um período específico se deve à abordagem procurando incluir a maior quantidade de fundos no período em análise. Dessa forma, outras abordagens que compreendessem períodos predeterminados omitiriam a existência de algum fundo.

## 5 RESULTADOS

Os resultados foram divididos em duas seções: a primeira aborda a comparação de ETFs com o Ibovespa (5.1), e a segunda refere-se à comparação dos ETFs com seus indexadores correspondentes (5.2). Esses dois tópicos foram subdivididos em dois outros sub-tópicos, referentes à análise histórica e à análise de simulação, respectivamente.

### 5.1 COMPARAÇÃO DOS ETFS COM O IBOVESPA

#### 5.1.1 Análise de Dados Históricos dos ETFs frente ao Ibovespa

Neste bloco, são apresentados os resultados da análise de riscos para o referencial de mercado Ibovespa, visto que se trata do principal indicador da evolução dos preços do mercado de ações brasileiro. Além disso, os ETFs são considerados como uma alternativa de investimento destinada a reduzir a exposição a riscos aos que os agentes poderiam estar expostos mediante uma aplicação isolada em uma ação ou no mercado amplo. Logo, um ETF pode proporcionar ao investidor o desempenho de um setor específico da bolsa, o que distingue os ETFs de outras alternativas de investimento existentes no mercado de capitais.

A Tabela 1 mostra as estatísticas descritivas dos retornos dos fundos, bem como dos índices usados para as comparações desenvolvidas.

Uma primeira constatação é quanto às diferenças da liquidez das cotas dos fundos, já que somente dois (BOVA11 e PIBB11) deles foram negociados todos os dias desde o início do fundo até 29/08/2013. Alguns fundos tiveram menos de 60% de negociação em seus correspondentes períodos. Aparentemente, não haveria problema com a baixa liquidez das cotas dos fundos, já que nos dias em que não há negociação as cotas podem ser resgatadas ao valor patrimonial. No entanto, de acordo com os resultados de Aragão (2011), alguns fundos podem ser negociados com prêmio ou com desconto em relação ao valor contábil, pelo qual o risco nesses casos seria muito maior. Observando-se a média, em geral, os fundos tiveram retorno médio diário positivo desde sua criação. Fogem à essa observação os fundos XBOV11, MOBI11, UTIP11 e MATB11. Os maiores retornos foram obtidos pelos fundos PIBB11 e MILA11, ao passo que o UTIP11 apresentou a perda mais acentuada. Utilizando-se o coeficiente de variação, o fundo mais arriscado foi o FIND11.

**Tabela 1 - Estatísticas Descritivas dos Ativos em Análise**

ETF/Índice	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Percentil 10%	Percentil 90%	Número de Observações
XBOV11	-0.0516	1.412148	3.804751	-6.25324	-1.79609	1.595475	195
BOVA11	0.027892	1.59745	8.432035	-9.02341	-1.88931	1.847956	1171
ECOO11	0.008476	1.384604	5.056401	-3.95905	-1.70622	1.562644	297
CSMO11	0.060129	1.159593	6.357963	-6.07123	-1.26718	1.24457	873
MOBI11	-0.03089	1.901755	8.677154	-8.92391	-2.38812	2.176448	873
MILA11	0.044283	1.400726	15.86626	-9.15204	-1.01409	1.212897	1171
SMAL11	0.08697	1.425869	8.840951	-8.48307	-1.40692	1.525605	1171
UTIP11	-0.08843	1.604446	5.532579	-17.8930	-1.44247	1.342201	319
DIVO11	0.007814	1.056601	3.558228	-4.55388	-1.22773	1.320989	390
FIND11	0.000776	1.398708	8.91728	-5.66715	-1.6748	1.526331	594
GOVE11	0.011577	1.048378	3.717516	-4.53367	-1.26969	1.256236	450
MATB11	-0.01622	1.638271	9.547779	-7.16121	-1.95012	1.534945	389
ISUS11	0.032847	1.273654	13.01507	-12.9712	-1.15029	1.167049	450
PIBB11	0.05083	1.935845	16.71584	-13.8747	-2.03424	2.096353	2250
IBOV	0.033448	1.847695	13.67942	-12.0961	-2.05655	2.03437	2390
IBRX	0.049864	1.751357	13.69912	-12.1853	-1.87226	1.940314	2390

**Tabela 1 - Estatísticas Descritivas dos Ativos em Análise**

ICO211	0.011491	1.202225	5.286022	-8.32851	-1.33905	1.437236	742
ICON11	0.049278	1.53334	11.82871	-9.67163	-1.54762	1.658277	1646
IMOB11	-0.02481	2.561127	17.77555	-16.2905	-2.66091	2.690745	1401
MLCX11	-0.00747	1.870281	13.63002	-12.1156	-1.81457	1.839132	1321
SMLL11	0.018924	1.6545	12.88809	-10.8051	-1.55183	1.551755	1321
UTIL11	0.081247	1.901289	52.57144	-11.0359	-1.57617	1.669035	1975
IDIV11	0.06113	1.605353	12.07724	-10.3789	-1.63724	1.733133	1893
IFNC11	0.062619	2.140508	20.3212	-12.8484	-2.18871	2.276859	2142
IGCT11	0.03659	1.824986	14.96131	-11.816	-1.97572	1.948122	1893
IMAT11	0.029351	2.186258	13.38593	-14.4471	-2.41943	2.340764	1893
ISEE11	0.044373	1.740317	14.47929	-10.3863	-1.84789	1.847594	1914
IBRX50	0.044949	1.834171	13.83365	-12.8964	-1.99122	2.036722	2390

Fonte: Elaborado pelos autores

\* Resultados verificados para o Ibovespa (IBOV) pelo uso de diferentes períodos de observação, que variam de acordo com a vigência de cada ETF.

A partir dos retornos estimados para cada fundo ETF e para o Ibovespa, foram avaliados o *VaR* e a *ES*, ambos relativos ao percentil de 5% da distribuição empírica. Essas mensurações da exposição a riscos foram consolidadas em resultados de perdas percentuais e de perdas frente ao referencial Ibovespa. Os resultados são destacados na Tabela 2.

Com o *VaR* a 5%, percebeu-se que a maior exposição a riscos foi constatada nos ETFs MOB11 e PIBB11, ao passo que a menor exposição foi do DIVO11 e CSMO11. No entanto, ao se considerar um custo de oportunidade, no caso o indicado pelo referencial Ibovespa, o PIBB11 apresentou o pior desempenho relativo. O melhor desempenho com custo de oportunidade foi apresentado pelo CSMO11. Para o *VaR* da DnP, constatou-se que a maior perda de valor pode ser atribuída aos ETFs MOBI11 e FIND11, e a menor perda de valor para BOVA11.



**Tabela 2 - Resultados da Avaliação dos Riscos de Mercado, pelas Técnicas Var e ES, para os Fundos ETF Conforme a Exposição a Perdas em Rentabilidade Diária, Exposição do Referencial Ibovespa no Período e do Desempenho do ETF Frente a Tal Referencial**

ETF	VaR (5%)			ES (5%)		
Código	Exposição	Ibovespa*	DnP	Exposição	Ibovespa*	DnP
Bova11	-2.447523	-2.427072	-0.49744	-3.5049	-3.41856	-0.96264
XBov11	-2.412602	-2.301529	-1.5561	-3.50897	-2.9091	-2.15587
Ecoo11	-2.284445	-2.192187	-1.65743	-2.92827	-2.8474	-2.22175
CSMO11	-1.728038	-2.167189	-1.75434	-2.7191	-3.06367	-2.52665
Mobi11	-3.122594	-2.167189	-2.16616	-4.43126	-3.06367	-3.21863
Mila11	-1.986073	-2.427072	-2.46018	-3.33218	-3.41856	-3.72125
Small11	-1.981175	-2.427072	-1.88219	-3.21386	-3.41856	-3.25094
Utip11	-2.195408	-2.284352	-2.47588	-4.02544	-2.91086	-4.22334
Divo11	-1.652913	-2.285992	-1.20207	-2.30309	-2.8645	-1.95745
Find11	-2.154973	-2.285992	-1.87622	-2.93065	-2.8645	-2.52625
Gove11	-1.796391	-2.285992	-1.03904	-2.43072	-2.83105	-1.79080
Matb11	-2.784453	-2.286305	-2.06255	-3.83078	-2.8645	-3.05411
Isus11	-1.760262	-2.285992	-1.77075	-2.71213	-2.83105	-2.97036
Pibb11	-3.034901	-2.948087	-1.27708	-4.55112	-4.2388	-1.82982

Fonte: Elaborado pelos autores

\* Resultados verificados para o Ibovespa, com a última observação em 29/08/2013.

Para a *ES*, constatou-se a maior exposição para o fundo PIBB11 (-4,6%), possivelmente influenciado pelo maior período de tempo de existência, com a menor exposição sendo observada para o DIVO11 (-2,3%). Quando analisado frente ao referencial Ibovespa, o PIBB11 continua a apresentar a maior perda de valor (-4,2%), e a menor pelo ISUS11 (-2,8%). Já para o *ES* da DnP foi encontrada a maior perda de valor no UTIP11 (-4,2%) e a menor perda média para o BOVA11 (-1%).

Deve-se salientar que as estimativas de exposição a riscos apresentadas na tabela 2 podem estar subestimadas para os fundos com menor liquidez das cotas, caso o investidor precise redimir as cotas com a administradora.

### 5.1.2 Análise de Simulação de Monte Carlo

As estatísticas descritivas dos retornos diários de cada um dos títulos, como apresentadas na Tab. 1, foram base para a realização de Simulações de Monte Carlo e aplicação das técnicas de mensuração de risco *VaR* e *ES* à variação diária simulada para os ETFs. Essas simulações permitiram a constatação de resultados potenciais dos ETFs frente ao Ibovespa, ou seja, resultados adicionais coerentes com o desempenho verificado nos ETFs.

A utilização da técnica de mensuração de riscos *ES* incorporou o efeito de todos os resultados inferiores ao identificado pelo *VaR*, visto que a expectativa de perda verificada por meio da *ES* não somente considera o percentil determinado no *VaR*, mas todos os resultados da amostra que foram inferiores a esse percentil. Assim, o risco aferido pela técnica *ES* pode considerar valores extremos na delimitação da exposição a perdas de um investimento, desde que a expressão condicional de avaliação da expectativa de perdas incorpore tais resultados extremos.

Na tabela 3, é destacado um resumo dos resultados apurados na Simulação de Monte Carlo para as técnicas de avaliação de risco estudadas.

**Tabela 3 - Comparação dos Resultados Obtidos por Simulação de Monte Carlo para as Técnicas *Var* e *ES* na Mensuração da Exposição a Riscos de ETFS Brasileiros**

Código	VaR (5%)	Ibov VaR (5%)	DnP VaR (5%)	ES (5%)	Ibov ES (5%)	DnP ES (5%)
BOVA11	-2.464	-2.436	-0.4927	-3.505	-3.416	-0.9655
CSMO11	-1.711	-2.206	-1.772	-2.729	-3.068	-2.529
DIVO11	-1.682	-2.252	-1.206	-2.306	-2.863	-1.96
ECOO11	-2.277	-2.227	-1.657	-2.922	-2.851	-2.225
FIND11	-2.185	-2.252	-1.876	-2.935	-2.864	-2.533
GOVE11	-1.784	-2.254	-1.032	-2.433	-2.829	-1.797
ISUS11	-1.723	-2.255	-1.737	-2.721	-2.83	-2.986
MATB11	-2.733	-2.256	-2.088	-3.832	-2.865	-3.059
MILA11	-1.954	-2.439	-2.443	-3.334	-3.419	-3.725
MOBI11	-3.133	-2.203	-2.17	-4.433	-3.06	-3.221
PIBB11	-3.022	-2.939	-1.273	-4.552	-4.239	-1.83
SMAL11	-2.023	-2.44	-1.889	-3.216	-3.421	-3.247
UTIP11	-2.214	-2.26	-2.477	-4.043	-2.912	-4.251
XBOV11	-2.423	-2.266	-1.5414	-3.538	-2.916	-2.16

Fonte: Elaborado pelos autores

Em todos os casos considerados no estudo, e como esperado a partir da definição dos indicadores, a utilização da *ES* em relação ao *VaR* implicou em um aumento no valor mensurado pela avaliação da exposição a perdas nos investimentos. Os resultados, em geral,

são consistentes com as informações obtidas na Tabela 2, à diferença da DnP, que resultou em uma maior perda frente ao Ibovespa nas simulações de Monte Carlo. Assim, por exemplo, a ES da DnP apresentou a maior perda nos fundos PIBB11 e MOBI11, claramente mostrando que essas carteiras têm uma exposição muito diferente do índice Ibovespa.

As simulações do VaR 5% dos retornos, VaR 5% da DnP, ES 5% do retorno e ES 5% da DnP são apresentadas na tabela 4.

**Tabela 4 - Estatísticas Adicionais Obtidas por Simulação de Monte Carlo para as Técnicas Var e ES na Mensuração da Exposição a Riscos de ETFs Brasileiros**

	Mínimo	Primeiro Quartil	Mediana	Média	Terceiro Quartil	Máximo
BOVA11	-2.971	-2.515	-2.448	-2.464	-2.396	-2.132
Dnp	-0.656	-0.5163	-0.4974	-0.4927	-0.4707	-0.3852
BOVA11	-4.575	-3.634	-3.497	-3.505	-3.366	-2.835
Dnp	-1.4731	-1.0288	-0.9607	-0.9655	-0.8974	-0.6365
CSMO11	-2.103	-1.749	-1.721	-1.711	-1.675	-1.394
Dnp	-2.389	-1.824	-1.754	-1.772	-1.706	-1.448
CSMO11	-3.699	-2.88	-2.719	-2.729	-2.565	-1.875
Dnp	-3.117	-2.631	-2.523	-2.529	-2.422	-1.995
DIVO11	-2.246	-1.803	-1.653	-1.682	-1.594	-1.258
Dnp	-1.9167	-1.2761	-1.2021	-1.206	-1.039	-0.8657
DIVO11	-3.125	-2.438	-2.292	-2.306	-2.157	-1.698
Dnp	-3.186	-2.123	-1.949	-1.96	-1.789	-1.14
ECOO11	-3.04	-2.417	-2.262	-2.277	-2.136	-1.487
Dnp	-2.389	-1.714	-1.657	-1.657	-1.559	-0.882
ECOO11	-3.689	-3.064	-2.922	-2.922	-2.786	-2.176
Dnp	-2.664	-2.349	-2.233	-2.225	-2.112	-1.544
FIND11	-3.229	-2.32	-2.155	-2.185	-2.125	-1.554
Dnp	-2.356	-1.941	-1.876	-1.876	-1.821	-1.426
FIND11	-3.82	-3.085	-2.927	-2.935	-2.771	-2.188
Dnp	-3.409	-2.676	-2.52	-2.533	-2.378	-1.848
GOVE11	-2.324	-1.821	-1.796	-1.784	-1.679	-1.262
Dnp	-1.5542	-1.0757	-1.039	-1.032	-0.9711	-0.7832
GOVE11	-3.247	-2.555	-2.428	-2.433	-2.305	-1.806
Dnp	-2.971	-1.963	-1.781	-1.797	-1.614	-1.094
ISUS11	-2.197	-1.845	-1.76	-1.723	-1.606	-1.166
Dnp	-2.613	-1.859	-1.771	-1.737	-1.617	-1.212
ISUS11	-6.007	-3.046	-2.668	-2.721	-2.283	-1.715
Dnp	-6.416	-3.35	-2.916	-2.986	-2.517	-1.813
MATB11	-3.873	-2.919	-2.784	-2.733	-2.54	-1.879
Dnp	-2.716	-2.25	-2.058	-2.088	-1.962	-1.518
MATB11	-5.217	-4.066	-3.821	-3.832	-3.584	-2.545
Dnp	-4.691	-3.289	-3.032	-3.059	-2.796	-1.974
MILA11	-2.613	-2.094	-1.986	-1.954	-1.809	-1.27
Dnp	-3.023	-2.529	-2.46	-2.443	-2.388	-1.915
MILA11	-4.597	-3.507	-3.329	-3.334	-3.149	-2.434
Dnp	-5.009	-3.911	-3.707	-3.725	-3.523	-2.79
MOBI11	-3.785	-3.188	-3.121	-3.133	-3.062	-2.661
Dnp	-2.618	-2.243	-2.166	-2.17	-2.113	-1.672
MOBI11	-5.584	-4.622	-4.425	-4.433	-4.235	-3.427
Dnp	-4.256	-3.374	-3.211	-3.221	-3.054	-2.331

**Tabela 4 - Estatísticas Adicionais Obtidas por Simulação de Monte Carlo para as Técnicas Var e ES na Mensuração da Exposição a Riscos de ETFs Brasileiros**

PIBB11	-3.555	-3.084	-3.034	-3.022	-2.97	-2.545
Dnp	-1.467	-1.304	-1.277	-1.273	-1.248	-1.092
PIBB11	-5.42	-4.701	-4.545	-4.552	-4.396	-3.855
Dnp	-2.151	-1.882	-1.829	-1.83	-1.777	-1.545
SMAL11	-2.483	-2.116	-1.981	-2.023	-1.911	-1.669
Dnp	-2.41	-2.028	-1.882	-1.889	-1.778	-1.388
SMAL11	-4.142	-3.365	-3.208	-3.216	-3.057	-2.536
Dnp	-4.415	-3.419	-3.237	-3.247	-3.064	-2.339
UTIP11	-3.633	-2.45	-2.195	-2.214	-2.06	-1.4
Dnp	-3.815	-2.535	-2.475	-2.477	-2.346	-1.826
UTIP11	-11.025	-4.711	-3.942	-4.043	-3.175	-2.101
Dnp	-11.597	-4.946	-4.143	-4.251	-3.328	-2.439
XBOV11	-4.087	-2.513	-2.413	-2.423	-2.262	-1.677
Dnp	-2.3695	-1.7273	-1.5561	-1.5414	-1.4218	-0.7702
XBOV11	-5.794	-3.863	-3.513	-3.538	-3.181	-2.13
Dnp	-3.394	-2.33	-2.151	-2.16	-1.977	-1.25

Fonte: Elaborado pelos autores

Nota: Para cada ETF, as duas primeiras linhas se referem ao VaR e as duas últimas à ES.

## 5.2 ANÁLISE FRENTE AOS RESPECTIVOS INDEXADORES DOS ETFs

Um ETF deve proporcionar um desempenho condizente com os resultados verificados para seu correspondente indicador de referência da bolsa. Diante disso, a pesquisa avaliou os resultados dos ETFs pesquisados frente a cada referencial específico, com base nos resultados apurados nos dados passados e por meio de Simulações de Monte Carlo.

### 5.2.1 Análise de Dados Históricos dos ETFs Frente ao Indexador

Os resultados verificados nas amostras de desempenhos diários dos ETFs frente aos respectivos indexadores demonstraram que os fundos apresentaram perdas superiores às constatadas nos referenciais, o que pode ser verificado comparando-se a exposição do ETF indicada no *VaR* com a do índice. Além disso, a expectativa de perda dos fundos foi superior à verificada pelos referenciais específicos.

Logo, como se pode verificar na tabela 5, os resultados dos fundos ETF apresentaram dissonâncias frente aos seus referenciais, o que indica um risco de divergência entre o fundo e seu referencial.

**Tabela 5 - Resultados da Avaliação dos Riscos de Mercado, pelas Técnicas Var e ES, para os Fundos ETF Conforme a Exposição a Perdas em Rentabilidade Diária, Exposição do Indexador de Cada ETF no Período e do Desempenho do ETF Frente a Tal Referencial**

ETF		VaR (5%)			ES (5%)		
Código	Indexador	Exposição	Índice	DnP	Exposição	Índice	DnP
BOVA11		-2.447523	-2.427072	-0.4974438	-3.504903	-3.418561	-0.9626432
CSMO11		-1.728038	-1.539353	-1.189303	-2.719101	-2.268213	-1.845577
DIVO11		-1.652913	-1.622922	-0.736854	-2.303089	-2.094797	-1.209865
ECOO11		-2.284445	-1.823213	-1.416232	-2.928265	-2.34236	-1.984061
FIND11		-2.154973	-2.300714	-1.607084	-2.930647	-2.902278	-2.253036
GOVE11		-1.796391	-1.665244	-0.6737318	-2.430724	-2.296119	-1.526401
ISUS11		-1.760262	-1.461324	-1.303539	-2.712133	-2.101801	-2.446445
MATB11		-2.784453	-2.590113	-2.260355	-3.830778	-3.353939	-3.20397
MILA11		-1.986073	-2.272047	-2.298952	-3.332176	-3.185075	-3.627224
MOBI11		-3.122594	-2.852165	-1.465635	-4.431256	-3.843711	-2.388819
PIBB11		-3.034901	-2.833159	-1.166706	-4.551122	-4.294241	-1.668801
SMAL11		-1.981175	-1.897291	-1.559606	-3.213857	-2.94402	-2.689247
UTIP11		-2.195408	-2.011981	-1.575267	-4.025437	-3.417154	-2.324422
XBOV11		-2.412602	-2.301529	-1.5561	-3.508971	-2.9091	-2.155866

Fonte: Elaborado pelos autores.

### 5.2.2 Análise por Meio de Simulações

Além da análise dos resultados baseados em desempenhos passados, foram realizadas 10.000 simulações obtidas com Monte Carlo a partir de parâmetros de cada fundo e do índice referencial. Os resultados para as simulações estão dispostos na tabela 6.

As simulações confirmaram os resultados verificados nos dados históricos, ou seja, os fundos ETF apresentaram exposições a perdas superiores às verificadas em seus índices referenciais. Tal divergência no desempenho foi constatada tanto pelo *VaR* a 5%, quanto pela expectativa de perda dada pela média dos 5% piores desempenhos indicada pela *ES*.

**Tabela 6 - Resultados das Simulações de Monte Carlo para Avaliação dos Riscos de Mercado, pelas Técnicas *Var* e *ES*, para os Fundos ETF Conforme a Exposição a Perdas em Rentabilidade Diária, Exposição do Indexador de Cada ETF no Período e do Desempenho do ETF Frente a Tal Referencial**

ETF		VaR (5%)			ES (5%)		
Código	Indexador	Exposição	Índice	DnP	Exposição	Índice	DnP
BOVA11		-2.464	-2.436	-0.4917	-3.506	-3.417	-0.963
CSMO11		-1.712	-1.544	-1.1874	-2.724	-2.271	-1.847
DIVO11		-1.685	-1.628	-0.7136	-2.308	-2.101	-1.2117
ECOO11		-2.279	-1.773	-1.3836	-2.921	-2.412	-2.072
FIND11		-2.189	-2.194	-1.628	-2.927	-2.855	-2.251
GOVE11		-1.803	-1.716	-0.6924	-2.477	-2.325	-1.535
ISUS11		-1.723	-1.505	-1.2639	-2.723	-2.095	-2.465
MATB11		-2.732	-2.632	-2.213	-3.827	-3.354	-3.211
MILA11		-1.955	-2.26	-2.3	-3.334	-3.191	-3.607
MOBI11		-3.134	-2.853	-1.463	-4.436	-3.845	-2.394
PIBB11		-3.022	-2.839	-1.159	-4.549	-4.291	-1.67
SMAL11		-2.02	-1.906	-1.541	-3.212	-2.948	-2.685
UTIP11		-2.214	-1.998	-1.6	-4.048	-3.448	-2.326
XBOV11		-2.419	-2.264	-1.5392	-3.533	-2.915	-2.157

Fonte: Elaborado pelos autores.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se, para a maioria dos resultados, que os ETFs tiveram perdas em relação ao Ibovespa, assim como em relação a seus respectivos referenciais. Essa diferença pode ser explicada pela dificuldade dos gestores do fundo em replicar corretamente o respectivo indexador. Tal aspecto pode, portanto, sugerir a existência de oportunidades de arbitragem no mercado, dada a divergência entre os valores negociados dos índices e os ETFs correspondentes. Com isso, a presente pesquisa contribui com a avaliação da divergência em relação ao indexador no mercado de ETFs brasileiros.

Além disso, outro aspecto verificado na pesquisa é que a *ES* é um indicador que permite quantificar a maior ou menor exposição a riscos do que a verificada no *VaR*, nos índices financeiros, especificamente nos ETFs. Essa diferença no risco mensurado pelas técnicas decorre da incorporação de resultados inferiores ao percentil adotado para cálculo do *VaR*. Esse aumento no valor mensurado para a exposição a riscos de um investimento decorrente da

adoção da *ES* por uma instituição financeira acarreta a necessidade de adequação das provisões de perdas. Isso implica em um maior dispêndio financeiro para incorporar a tendência nas perdas de um investimento mediante a ocorrência de resultados inferiores ao *VaR*.

Contudo, ao utilizar a *ES*, a instituição financeira pode transferir aos agentes do mercado maior segurança relacionada às suas aplicações financeiras, o que repercute na solidez dessa organização. Tal segurança advém do ajuste nas provisões financeiras que passam a considerar a qual a expectativa de perda nos investimentos mediante a superação do *VaR*, assim, tendendo a incorporar o impacto financeiro de resultados negativos nos investimentos.

Sugere-se, para estudos futuros, a análise específica do comportamento de índices do setor financeiro em diferentes mercados, tão ou mais desenvolvidos que o brasileiro, a fim de verificar se as conclusões obtidas neste artigo são, de fato, uma característica setorial ou inerente ao mercado em que as instituições operam. Outra possibilidade é a investigação de mercados, emergentes ou não, que possuam maior quantidade de ETFs, bem como a análise de dados de alta frequência sobre os ETFs brasileiros, ou mesmo a revalidação dos resultados aqui encontrados após um período de maior vigência dos ETFs no mercado nacional. De forma complementar a este e outros trabalhos acerca dos Fundos de Índices Negociados no Brasil, sugere-se uma análise comparativa entre diferentes ETFs, com um recorte temporal uniforme para a amostra.

## REFERÊNCIAS

ACERBI, C.; TASCHE, D. Expected shortfall: a natural coherent alternative to value at risk. **Economic Notes**, v. 31, n. 2, p. 379-388, 2002.

ANBIMA. Associação Nacional das Instituições do Mercado Financeiro. **IMA – Metodologia**. Disponível em: <[http://www.andima.com.br/ima/ima\\_cartilha.asp](http://www.andima.com.br/ima/ima_cartilha.asp)>. Acesso em: 20 abr. 2011.

ARAGÃO, D. D. **A Eficiência da precificação e os erros de aderência dos exchange traded funds do mercado brasileiro**. 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial) - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2011.

ARTZNER, P. et al. Coherent measures of risk. **Mathematical Finance**, v. 9, n. 3, 1999.

ARTZNER, P. et al. Thinking coherently. **Risk**, v. 10, n. 11, 1997.

BACEN. Banco Central do Brasil. **Séries temporais**. Disponível em: <<http://www.bacen.gov.br/?SERIETEMP>>. Acesso em: 20 abr. 2011.

BECKERS, S. A survey of risk measurement theory and practice. In: ALEXANDER, C. **Risk management and analisys**. Chichester: John Wiley & Sons, 1998. v. 1.

BLACKROCK. **iShares ETF valuation terms**. 2012. Disponível em: <[http://us.ishares.com/content/stream.jsp?url=/content/en\\_us/repository/resource/valuation\\_terms.pdf&mimeType=application/pdf](http://us.ishares.com/content/stream.jsp?url=/content/en_us/repository/resource/valuation_terms.pdf&mimeType=application/pdf)>. Acesso em: 29 fev. 2012.

BLACKROCK. **ETP landscape: industry highlights, year end 2011**. 2011. Disponível em: <[http://www.blackrockinternational.com/content/groups/international/site/documents/literature/etfl\\_industryhighlight\\_ye11.pdf](http://www.blackrockinternational.com/content/groups/international/site/documents/literature/etfl_industryhighlight_ye11.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2012.

BM&FBOVESPA, Bolsa de Mercadorias e Futuros Bovespa. **ETF: Exchange Traded Fund**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/Pdf/FolhetoETFbaixa.pdf>>. Acesso em: 29 fev. 2012.

\_\_\_\_\_. **Índice Bovespa: Ibovespa**. 2011. Disponível em <<http://www.bmfbovespa.com.br/indices/ResumoIndice.aspx?Indice=IBOVESPA&Idioma=pt-BR>> acessado em 20/04/2011.

\_\_\_\_\_. **Site institucional**. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

DELLVA, W. L. Exchange-traded funds not for everyone. **Journal of Financial Planning**, n. 14, p. 110-124, 2001.

DEVILLE, D. Exchange traded funds: history, trading and research. In: ZOPOUNIDIS, C.; DOUMPOS, M.; PARDALOS, P. (Eds.). **Handbook of Financial Engineering**, p. 67-98, 2008.

DUARTE JUNIOR, A. M. **Gestão de riscos para fundos de investimentos**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

FABOZZI, F. J. **Mercados, análise e estratégias de bônus: títulos de renda fixa**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

FARIAS, M. A. ETFs, PIBB e a Liquidez das Ações. **Caderno de Pesquisa Investimento**, Fundação Getúlio Vargas, p. 53-57, 2009.

GASTINEAU, G. The benchmark index ETF performance problem. **The Journal of Portfolio Management**, v. 30, n. 2, p. 96-103, Winter, 2004.

HOOGERHEIDE, L.; VAN DIJK, H. K. Bayesian forecasting of value at risk and expected shortfall using adaptive importance sampling. **International Journal of Forecasting**, mar. 2010.

MORGAN, J. P. **Risk metrics®: technical document**. 4. ed. 1996. Disponível em: <[www.jpmorgan.com/RiskManagement/RiskMetrics/RiskMetrics.html](http://www.jpmorgan.com/RiskManagement/RiskMetrics/RiskMetrics.html)>. Acesso em: 13 nov. 2005.

JARES, T. E.; LAVIN, A. M. Japan and Hong Kong exchange-traded funds (ETFs): discounts, returns and trading strategies. **Journal of Financial Services Research**, v. 25, n. 1, p. 57-69, 2004.



JORION, P. Risk<sup>2</sup>: measuring the risk in value at risk. **Financial Analysts Journal**; v. 52, n. 6, 1996.

JORION, P. **Financial Risk Manager**: handbook. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2003.

MALUF, Y. S. **Mercado brasileiro de fundos ETFs**: evidências empíricas de arbitragem. 2011. 58 p. Monografia (Administração) - Departamento de Administração, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2011.

PENA, M. A convergência do VaR para a DnP normalizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DOS FUNDOS DE PENSÃO, 26., 2005, Porto Alegre (RS). **Anais...** Porto Alegre: Abrapp, 2005.

POTERBA, J.M.; SHOVEN, J.B. Exchange-traded funds: a new investment option for taxable investors. **The American Economic Review**, v. 92, n. 2, maio 2002.

RAMASWAMY, S. **BIS Working Papers n. 343**. Market structures and systemic risks of exchange-traded funds. Bank for International Settlements, Basel, 2011.

ROCKAFELLAR, R. T.; URYASEV, S.; ZABARANKIN, M. Master funds in portfolio analysis with general deviation measures. **The Journal of Banking and Finance**, v. 29, 2005.

ROMPOTIS, G. G. The performance of actively managed exchange-traded funds. **Journal of Index Investing**, v. 1, n. 4, summer 2011.

RIBEIRO FILHO, J.; LA ROCQUE, E.; SILVA, W. Monitoramento de risco: aplicação do conceito de *value at risk* para fundos de pensão. **Resenha BMF** n. 122. <[http://www2.bmf.com.br/cimConteudo/W\\_ArtigosPeriodicos/01544102.pdf](http://www2.bmf.com.br/cimConteudo/W_ArtigosPeriodicos/01544102.pdf)>. Acesso em: out. 2005.

SILVA, A. C. R. et al. Análise da coerência de medidas de risco no mercado brasileiro de ações e desenvolvimento de uma metodologia híbrida para o *expected shortfall*. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO (ENANPAD), 29., 2005, Brasília (DF). **Anais...** Brasília: ANPAD, 2005.

SO, M. K. P.; WONG, C. Estimation of multiple period expected shortfall and median shortfall for risk management, **Quantitative Finance**, set. 2010. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=1573523>>. Acesso em: 03 abr. 2012.

YANG, J.; WANG, T. Nonlinearity, data-snooping and stock index ETF return predictability. **European Journal of Operational Research**, v. 200, p. 498-507, 2011.

ZHU, D.; GALBRAITH, J. W. Modeling and forecasting expected shortfall with the generalized asymmetric Student-t and asymmetric exponential power distributions, **Journal of Empirical Finance**, v. 18, n. 4, set. 2011.